

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : Not yet assigned
Applicant : Tatsuyuki YAMAMOTO, et al.
Filed : April 2, 2004
TC/A.U. : Not yet assigned
Examiner : Not yet assigned
Docket No. : 056208.53949US
Customer No. : 23911
Title : Vehicle Suspension , Vehicle Control Method and Vehicle
Control Apparatus

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

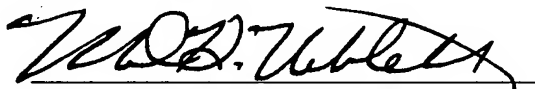
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2003-101745,
filed in Japan on April 4, 2003, is hereby requested and the right of priority
under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original
foreign application.

Respectfully submitted,

April 2, 2004



James F. McKeown
Registration No. 25,406
Mark H. Neblett
Registration No. 42,028

CROWELL & MORING LLP
Intellectual Property Group
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844
JFM:MHN:rde

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 1 7 4 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 0 1 7 4 5]

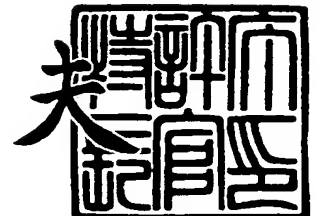
出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):



2 0 0 4 年 3 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0410

【提出日】 平成15年 4月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B60L 3/00
B60L 15/20
B60K 7/00
B60K 17/34

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字高場 2 5 2 0 番地 株式会社日立製作所 自動車機器グループ内

【氏名】 山本 立行

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社日立製作所 機械研究所内

【氏名】 小渡 武彦

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両用懸架装置、車体姿勢制御方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ホイールの内に入れられ、ホイールと一体に出力軸が回転するモータ（以下、「ホイールインモータ」と称する）と、

車両の前後方向にスイングし得るように、一端が支軸を介して車体に取り付けられ、他端が前記出力軸に対して相対的に回転自在になるよう前記ホイールインモータに結合されたアーム（以下、「スイングアーム」と称する）とを備え、

前記スイングアームを介して車体を支持するように構成されていることを特徴とする車両用懸架装置。

【請求項 2】 前記スイングアームのスイング動作を車両の走行中に抑制、緩和することができるスイング抑制・緩和制御機構を備える請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 3】 前記ホイールインモータ及び前記スイングアームを介して車体に伝わる振動を抑制するばね及びダンパを備え、前記ダンパが前記スイングアームのスイング動作を抑制、緩和し得る機能を備えている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 4】 前記スイングアームの支軸にダンパとばねが取付けられ、前記ばねは、巻きばねで、前記アームのスイング動作に対して捩れることによりばね作用をなすように前記支軸の回りに配置されている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 5】 前記スイングアームの支軸にダンパとばねが取付けられ、前記ばねは、巻きばねで、前記スイングアームのスイング動作に対して捩れることによりばね作用をなすように前記支軸の回りに配置され、かつ前記巻きばねに予め与える負荷を変える機構を備えている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 6】 前記スイングアームと車体との間にダンパとばねが取付けられている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 7】 前記ホイールには、電気信号により駆動するブレーキが内蔵されている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 8】 車輪速度を検出する車輪速度センサ、前記スイングアームの角度を検出するアーム角度センサ、前記ホイールインモータのトルクを検出するトルク検出センサ、前記車体の傾斜を検出する傾斜角度センサ、を備えている請求項 1 記載の車両用懸架装置。

【請求項 9】 車体の独立懸架方式に請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項記載のスイングアーム及びホイールインモータを備えた懸架装置を用い、車両走行中に、少なくとも前輪、後輪の各ホイールインモータの回転速度、トルクを制御することと、前記スイングアームの車体の前後方向におけるスイング動作とを利用して前記車体の姿勢を制御することを特徴とする車体姿勢制御方法。

【請求項 10】 走行する路面状況に応じて前記スイングアームのスイング動作を抑制、緩和制御し、かつ前記スイングアームの車体に対するアーム角度を前記各ホイールインモータの回転速度、トルク制御により変えることで、前記車体の姿勢を制御する請求項 9 記載の車体姿勢制御方法。

【請求項 11】 車両走行中に、①車体のフロント側の車高を低くする場合には、前輪側のホイールインモータの回転速度及びトルクを後輪側のホイールインモータよりも大きくし、②リア側の車高を低くする場合には、後輪側のホイールインモータの回転速度及びトルクを前輪側のホイールインモータよりも小さくし、③フロント側の車高を高くする場合には、前輪側のホイールインモータの回転速度及びトルクを後輪側のホイールインモータよりも小さくし、④リア側の車高を高くする場合には、後輪側のホイールインモータの回転速度及びトルクを前輪側のホイールインモータよりも大きくする請求項 9 記載の車体姿勢制御方法。

【請求項 12】 車両の走行中に、①車体の左右のいずれか一方の車高を低くする場合には、車高を低くする側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を低くしない側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクよりも大きくし、且つ車高を低くする側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を低くしない側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクよりも小さくし、

②車体の左右のいずれか一方の車高を高くする場合には、車高を高くする側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を高くしない側の前輪の

ホイールインモータの回転速度及びトルクよりも小さくし、且つ車高を高くする側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を高くしない側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクよりも大きくする請求項9記載の車体姿勢制御方法。

【請求項13】 前後ホイールの各ホイールの内に入れられ、ホイールと一体に出力軸が回転するホイールインモータと、

車両の前後方向にスイングし得るように、一端が支軸を介して車体に取り付けられ、他端が前記出力軸に対して相対的に回転自在になるようホイールインモータに結合されたスイングアームとを備え、

前記スイングアームを介して車体を懸架するように構成され、

さらに、前記ホイールインモータの回転速度、トルクを制御することにより、各ホイールを支持する前記スイングアームの取付け角度を変えるアーム取付け角度制御装置を備えていることを特徴とする車体姿勢制御装置。

【請求項14】 前記スイングアームの動作を抑制、緩和する制御機構を備え、前記スイング取付け角度を変える時には、前記スイングアームのスイング動作を緩和する制御を行うようにしてある請求項13記載の車体姿勢制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車の車体を懸架する車両用懸架装置、この懸架装置を利用した車体姿勢制御方法及びその装置に係わり、例えば電気自動車に好適な技術である。

【0002】

【従来の技術】

従来の電気自動車には、例えば特許文献1に開示されるように、ホイールインモータ方式が知られている。この方式は、車輪（ホイール）を駆動するためのモータが、個々のホイールの内に入れられ、モータの動力で各ホイールが駆動される。ホイールインモータ方式は、車両側のプロペラシャフト等の動力スペースをほとんど必要としない利点がある。

【0003】

ホイールインモータ付のホイールを支持する既存の方式としては、代表的なものに例えばウィッシュボーン方式独立懸架方式が考えられる。この場合のアームは、車体の左右方向にアームが向いてホイールを支持することになる。

【0004】

【特許文献1】 特開平11-262101号公報

【発明が解決しようとする課題】

ホイールインモータのように、ホイールの中にモータユニットを組み込む方式は、ユニット重量がかさみ、車両にとっては、ばね下荷重が大きくなる。そのために、自動車の乗り心地がほかの車両駆動方式に比べて劣り、その改善が望まれるが、従来の懸架方式では、充分に対応しきれていない。また、道路面の状況に応じて車体姿勢制御するような配慮はされていない。

【0005】

本発明の目的は、ホイールインモータ方式の車両において、道路状況などに応じてばね、ダンパを可変制御したり車体姿勢制御を可能にすることにより乗り心地を改善できる新方式の懸架及び車体制御技術を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、基本的には、次のように構成する。

【0007】

一つは、懸架装置に関する発明であり、その発明は、車両用懸架装置のホイール支持アームとして、スイング式アームを採用する。ここで、スイング式アームとは、車両の前後方向にスイングし得るように、一端が支軸を介して車体に取り付けられたアームである。そして、このアームの他端（支軸と反対方向の一端：自由端）とホイールインモータとを、アームがホイールインモータの出力軸に対して回転自在となるように結合する。

【0008】

また、次のような車体姿勢制御方法を提案する。車体の独立懸架方式に上記構成の懸架装置を用い、かつ少なくとも、前輪、後輪の各ホイールインモータの回

転速度、トルクを制御することと、前記アームの車体の前後方向のスイング動作とを利用して車体を制御する。

【0009】

さらに、車体制御装置として、前記アームとホイールインモータとを備え、かつ、ホイールインモータの回転速度、トルクを制御することにより、各ホイールを支持する前記アームの取付け角度を変えるアーム取付け角度制御装置を備えたものを提案する。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0011】

図1は、本発明の一実施例に係る車両用独立懸架装置のうちの一ホイールにおける懸架装置だけを取り出して、その内部構造を示す縦断面図である。図1の懸架装置は、車体30（図5（b）参照）の前後方向からみた図である。図2（a）（b）は、その基本構成と動作原理を示す図、図3（a）は、本実施例に適用される懸架装置の振動吸収機構を示し、図3（b）は、その振動吸収機構に用いられる巻きばねに与える負荷を変えた状態を示す説明図である。図4は振動吸収機構に用いられる可変ダンパの一例を示す内部構造図である。

【0012】

図5は本実施例に係る懸架装置を備えた四輪の車両モデルを示す図で、（a）は車両の真横から見た図、（b）は、前後方向から見た図である。

【0013】

本実施例に係る懸架装置は、基本的には、図1に示すように、ホイールインモータ10と、車体30を支持するアーム20とを有し、次のように構成する。

【0014】

ホイールインモータ10は、車両の各ホイール1の内に入れられる。アーム20は、車両の前後方向にスイングし得るように、一端20Aが支軸3を介して車体30に取付けられ、他端20Bがホイールインモータ10の出力軸11に対して相対的に回転自在になるようホイールインモータ10と結合されている。

【0015】

アーム 20 は、スイング動作をすることから、スイングアームと称することもある。

【0016】

スイングアームの一端 20B は、その外面に外側に向けて突出するスリーブ 21 が一体に形成され、また、内面にスリーブ 21 に通じるホール 22 が形成されている。

【0017】

このスリーブ 21 をベアリング 4 を介して出力軸 11 の外周に嵌合することで、スイングアーム 20 と出力軸 11 とが相対的に回転自在に結合される。出力軸 11 の一端 11A はホール 22 に位置し、ブレーキディスク 5 が取付けられている。

【0018】

また、ホール 22 には、電磁力によりブレーキディスク 5 を挟むブレーキパッド 6 とその電磁アクチュエータ 7 が配置されている。この電磁ブレーキ 8 のパッド 6 及びアクチュエータ 7 はホルダー 9 を介してホール 22 内面に固定されている。

【0019】

ホイールインモータ 10 は、例えば永久磁石式の同期機よりなり、次のように構成される。スリーブ 21 の外周にホイールインモータ 10 の固定子 12 となるコイルが固定されている。ホイール 1 は出力軸 11 と一体に結合され、その内周に回転子 13 となる永久磁石が設けられている。

【0020】

ホイールインモータ 10 は、インバータ（図示せず）により周波数と電流（電圧）を可変制御することで、回転速度及びトルク制御がなされる。また、力行のほかに回生制動をすることが可能である。さらに、回生制動により生じる電気エネルギーを蓄電器（図示省略）に充電するようにしてある。

【0021】

14 はモータハーネス、15 はブレーキハーネスである。ベアリング 16 は車

体 30 に固定され、アーム 20 に固定された支軸（ピボット）3 がベアリング 16 により支持されている。

【0022】

支軸 3 には、車両の振動抑制機構となるスプリングユニット 31 とダンパ 42 とが取付けられている。スプリングユニット 31 は、ホイールの上下方向の振動に対して適当な柔らかさを有する弾性要素として機能し、ダンパ（ショックアブソーバ）42 は、適度の振動減衰要素として機能する。

【0023】

本実施例のスプリングユニット 31 の一例を図 3 に示す。

【0024】

スプリングユニット 31 は、支軸 3 の回りに配置した巻きばね 32 と、巻きばね 32 に与える負荷を変える機構（プリロード機構）33 とを備える。

【0025】

巻きばね 32 は、アーム 20 のスイング動作に対して振れることによりばね作用をなす。

【0026】

プリロード機構 33 は、例えばウォーギヤ 34、ウォームホイール 35、プリロードコントロールモータ 36 により構成される。巻きばね 32 の一端 32A は、スイングアーム 20 に取付けられ、他端 32B はウォームホイール 35 に取付けられている。

【0027】

モータ 36 を正逆回転することで、ウォームホイール 35 が回転し、その回転位置によって、スプリング一端 32B の位置が変わることで、図 3（b）に示すように、巻きばね 32 の撓み力（巻きばねに予め与える負荷）を変えることができ、それによって、クッションの硬さが制御可能になる。

【0028】

図 3（b）のイはプリロード強、ロはプリロード中立、ハはプリロード弱である。

【0029】

図4にダンパ42としてロータリタイプの油圧式可変ダンパの一例を示している。

【0030】

本例におけるダンパ42は、支軸3の一端に油室43が形成され、この支軸3の一端を気密状態で受け入れる固定要素（筒体）44の内側端面に可変オリフィス機構45が固定されている。

【0031】

油室43は、円弧の内周面43aと弦面43bとで形成され、ダンパ用の油が封入される。

【0032】

可変オリフィス機構45は、筒体44の内側端面（支軸3の油室43と対面する端面）に形成する。可変オリフィス機構45は、筒体44の内側端面に形成したブロック47と、ブロック47に形成したオリフィス46と、アクチュエータ（図示省略）によりオリフィス46の内径を絞り調整する可変絞り46aとを有する。

【0033】

この可変オリフィス機構45が油室43内に位置する。ブロック47は、支軸3の径方向に合わせた長さを有する。そして、ブロック47には、支軸3の端面中央に形成した回転軸48と相対的に回転可能に嵌まり合う軸孔49が形成されている。ブロック47の両端は、円弧面を有し、各円弧面にシール部材50、51が配設されている。油室43が支軸3と共に矢印方向に回転したときに、油室内周面43aは、シール部材50に接触して回転する。弦面43bは、その中央にシール部材51に接触する可動シール52を有しており、弦面43bが回転するときに可動シール52が、円弧のシール部材50に接するようにしてある。

【0034】

油室43は、ブロック47によって2室に仕切られる。その2室の面積比率は、支軸3の回転により変化する。それによって、一方の油室（面積が小さくなる側）に油圧が発生してその油の一部が他方の油室（面積が大きくなる側）にオリフィス46を通して流動することにより、ダンパ作用が行われる。

【0035】

ダンパの硬さ（減衰係数）は、可変絞り 46a によってオリフィス径を変えることで変化させることができる。

【0036】

なお、振動抑制機構の可変ダンパおよび可変ばね機構は本実施例のものに限定されるものではなく、種々の態様が考えられるものである。

【0037】

図 7 には、振動抑制機構の別の例を示している。懸架装置を構成するスイングアーム 20 とホイールインモータ 10 との結合関係は、先に述べた図 1 の実施例と同様である。この実施例では、巻きばね 32' とシリンダタイプのダンパ 42' とを車体とスイングアーム 20 との間に設けている。本例でも、まきばね 32' とダンパ 42' を可変に構成することは可能である。

【0038】

上記のように構成される懸架装置は、図 5 に示すように電動自動車の独立懸架方式の懸架装置として使用される。

【0039】

本実施例に係る懸架装置を、独立懸架システムを採用した場合には、以下に述べるような車体制御が可能になる。

【0040】

まず、その基本動作を図 2（b）及び図 6（a），（b）により説明する。

【0041】

40 はスイングアーム 20 の車体取付け支点である。

【0042】

ここでは、図 2（b）の懸架装置が前輪側のものとする。なお、符号の R は同一レベルの路面を示している。

【0043】

スイングアーム 20 は、ダンパ 42 のオリフィス 46 を完全に閉めたときには、ダンパが剛体の状態になり、スイング不可の状態になる。オリフィス 46 を開くことによりダンパ 42 が機能し、オリフィス 46 を大きくするほど減衰力が大

きくなる。また、減衰力を大きくするほど、スイング動作がし易くなる。

【0044】

今、図2(b)の符号Bで示す走行状態のアーム角度 θ (支点40における垂直線とスイングアーム20とのなす角度)の状態が標準 θ_0 にあるものとする。この状態において、スイングアーム20のスイング動作を可能な状態にしてホイールインモータ10のトルクを大きくしたとする。

【0045】

この場合には、ホイールインモータ10のトルク増大により前輪に加速度が生じ、その時の前輪の回転数 N_f 増加に伴い前輪の走行速度 f_f が車体30(図6参照)の慣性速度 I よりも大きくなると($I < f_f$)、スイングアーム20は、符号Cに示すようにアーム角 θ が大きくなるようにスイング動作する。そして、図6(a)の矢印実線Yに示すように、前輪走行速度 f_f と車体慣性速度 I の速度差に基づくモータトルク反力がアーム20に作用し(この反力は前輪側車体30の押下げ力 F_D として作用する)前輪側の車体が低くなる。

【0046】

逆に、図2のBの状態からホイールインモータ10のトルクを低減したとする。

【0047】

この場合には、前輪の走行速度が低下し、この減速による前輪の走行速度 f_f が車体30(図6参照)の慣性速度 I よりも小さくなると($I > f_f$)、スイングアーム20は、図2の符号Cに示すようにアーム角度 θ が小さくなるようにスイング動作する。この場合には、図6(a)の矢印点線Y'に示すように、前輪走行速度 f_f と車体慣性速度 I の速度差に基づくモータトルクの反力がアーム20に作用し(この反力は前輪側車体30の押し上げ力 F_U として作用する)前輪側の車体が高くなる。

【0048】

後輪の場合には、前輪とは逆に、後輪の走行速度 f_R が車体30の慣性速度 I よりも大きくなると、スイングアーム20は、アーム角 θ が小さくなるようにスイング動作する。そして、図6(b)の矢印実線に示すように、後輪の走行速度

fR と車体慣性速度 I の速度差に基づくモータトルクの反力がアーム 20 に作用し（この反力は後輪側車体 30 の押し上げ力 F_U として作用する）後輪側の車体が高くなる。

【0049】

また、後輪のホイールインモータ 10 のトルクを低減して、この減速による車輪の走行速度 fR が車体 30 の慣性速度よりも小さくなると、スイングアーム 20 は、アーム角度 θ が大きくなるようにスイング動作する。この場合には、図 6 (b) の矢印点線に示すように、車輪速度と車体慣性速度の速度差に基づくモータトルク反力がアーム 20 に作用し（この反力は車体の後輪側の押し下げ力 F_D として作用する）車体の後輪側が高くなる。

【0050】

このような車体の姿勢制御は、次のような路面走行状態に適用することにより車体を水平に維持する制御が可能になる。

【0051】

図 8 は、例えば、走行路の途中で路面が高くなる段差（凸路）がある場合の車体姿勢制御の例を示す。

【0052】

図 8 の①は、定常走行状態である。この場合には、前輪、後輪の各アーム 20 のダンパ 42 及びばね 32 は、標準（ノーマル）の硬さに設定され、また、各アーム 20 の角度 θ_f 、 θ_r は、いずれも同じ所定の角度 θ_o に設定され、かつ前輪、後輪の走行速度 f_f 、 f_r は、等速度で目標値になるように制御される。この場合、コントローラが前輪、後輪の車輪回転数 N_f 、 N_r を等しくなるように制御して前輪、後輪の走行速度を等速度制御している。この定常走行状態では、車体 30 は、水平にて目標値車高 h を維持している。

【0053】

図 8 の②は、前輪が凸状の段差に差し掛かる状態である。この場合には、前輪は、走行負荷が大きくなるために、前輪速度低下（前輪回転数低下）をきたそうとするが、前輪速度（前輪回転数） f_f を維持するように前輪トルク増加する。すなわち、前輪回転数が目標値になるようにホイールインモータの電流を増加し

てモータトルクを増加する。また、このトルク増加に伴って、例えば前輪のダンパ 42 及びばね 32 をノーマルよりも軟らかくする。後輪については、後輪側車高の変動を抑えるために、ダンパ及びばねを硬くする。

【0054】

図 8 の②は、前輪の速度維持のためのトルク増大がなされて前輪が段差路面に乗り上げる状態を示している。そして、図 8 の③に示すように、前輪が段差を乗り上げた状態では、車体が水平になるまで前輪トルクを増大させ、前輪の走行速度 $f f$ を増大（前輪ホイールインモータのトルク電流増大）させる。すなわち、前輪が乗り上げた直後に前輪のホイールインモータのトルク増大により前輪の走行速度 $f f$ が車体の慣性速度 I に勝り、それによって、前輪アーム 20 はアーム角 θf が大きくなるようにスイング動作する。このときモータトルクの反力が車体 30 の前輪側を押し下げることになるが、前輪は段差に乗り上げているので、後輪側の車高とバランスし、車高は水平に維持される。このようなアーム 20 のスイング動作の後に、前輪のダンパ及びばねは、軟からノーマル状態に戻る。

【0055】

次に図 8 ④に示すように、後輪が段差に差し掛かることになる。この場合には、先に行われた前輪の段差乗り上げの制御パターン（以下、「トレースパターン」と称する）を予め学習しておいて、このトレースパターンにしたがって後輪のホイールインモータの電流が増大制御（モータトルク増大制御）されて、後輪走行速度の低下を抑え後輪速度保持がなされる。このような後輪トルク制御において、後輪のダンパ及びばねは、ノーマル状態に保持されている。

【0056】

後輪が乗り上げた直後（図 8 の⑤）に、後輪は、負荷が軽減するために後輪速度が目標値よりも増加（後輪回転数増加）しようとし、それを抑えるために後輪速度（後輪回転数）を目標値になるように後輪トルク（ホイールインモータのトルク電流）を減少させる。一方、前輪については、車体を水平状態にするために、前輪アームのアーム角 θf が目標値 θo になるように、ホイールインモータの前輪トルクを減少させる。すなわち、前輪トルク低減により、前輪速度低下、アーム角度 θf が減少するようにスイング動作する（図 8 の⑤）。

【0057】

このときモータトルクの反力が車体30の前輪側を押し上げることになるが、前輪側車高は、段差に乗り上げた時点で低下していたので、前記押し上げと打ち消しあって後輪側の車高とバランスし、車高は水平に維持される。このようなアーム20のスイング動作の後に、前輪のダンパ及びばねは、軟からノーマル状態に戻る。その後、図10の⑥のように定常走行制御に戻る。

【0058】

図9は、走行路の途中で路面が低くなる段差（凹路）がある場合の車体姿勢制御の例を示す。

【0059】

図9の①は、定常走行状態である。この場合には、既述した図8①同様である。

【0060】

図9の②は、前輪が凹状の段差に差し掛かる状態である。この場合には、前輪は、一時浮き状態になるため、前輪のホイールインモータのトルク（電流）が略一定にもかかわらず前輪の回転数 N_f が増大する。このモータ回転数（前輪回転数）とモータトルク（モータ電流）との関係から、前輪がいわゆる浮き状態（着地していない状態）になったことが検知される。また、車体の水平を保つように後輪トルク（後輪モータ電流）を低減する。また、後輪アーム20のスイング動作を可能にするために、後輪のダンパ42及びばね32を軟状態にする。これによって、後輪トルク低減により後輪速度 f_r が低減し、車体の慣性速度 F と後輪走行速度 f_r の差が生じて、モータトルクの反力により後輪アーム角度 θ_r を増大させるように後輪アームがスイング動作し、この後輪トルク低減制御は、車体が水平になるまで行われる（図9③）。

【0061】

このような後輪アーム20のスイング動作の後に、後輪のダンパ及びばねは、軟からノーマル状態に戻る。

【0062】

そして、着地検知後（前輪速度変動を検知後）、前輪トルクを増大し定常走行

時の速度を維持する（図9④）。

【0063】

次に図9⑤に示すように、後輪が段差に差し掛かることになる。この場合には、先に行われた前輪の凹部着地時のトレースパターンを基に後輪の浮き状態になる到達時間 t 及びその浮いている時間を予測し、後輪が浮いている範囲（時間帯）においては、後輪トルクを低減し、後輪回転数 N_r を略一定に保持する。

【0064】

その後、後輪着地時の上下方向緩和のため、記憶しておいた前輪のトレースパターンを基に後輪の着地時間を予想し、後輪着地時予測時間と同時に前輪のトルクを増大させる。かつ前輪ダンパおよびばねをノーマルから軟状態にする。このモータトルクの増大により前輪走行速度が上昇し、前輪アーム角度 θ_f が大きくなるようにスイング動作する。この θ_f は、前輪トルク制御により θ_r に一致するように制御される。その結果、後輪着地と同時に車体高さが水平になるように下がるので、乗り心地が向上する。

【0065】

その後、後輪着地による後輪速度変動から着地を検知し、後輪トルクを定常走行時に戻し、目標速度を維持する（図9⑦）。

【0066】

次いで、後輪トルクを増大し、後輪速度増加させ、後輪アーム角度 θ 減少により後方車体高さ回復と同時に、前輪トルクを低減させ、前輪速度減少、前輪アーム角度 θ_f を θ_r と同じになるように減少させて、前方車体高さ回復させる（図9⑧）。これにより、車体水平を維持しながら、車高を目標値に復元する。

【0067】

図10は、登坂の場合、特に急傾斜の登坂に好適な車体姿勢制御の例を示す。

【0068】

図10の①は平坦な定常走行時について示すものである。この場合の車輪制御については、図8、図9の①同様である。

【0069】

図10の②に示すように、前輪が傾斜路面に差し掛かると、車体水平を維持す

るために、前輪トルクを増大させて前輪速度 f 増加させると共に、ダンパ及びばねをノーマルから軟状態にする。これによって、前輪アーム角度 θ_f が増大するように前輪アーム 20 がスイング動作し、アーム角度は θ_f は車体姿勢が水平になるまで制御される。このとき後輪ダンパ及びばねについては、ノーマルより硬状態にして、後輪側の車体の高さを保持する。

【0070】

図10の③に示すように、限界まで前輪アーム角度が到達した場合には、車体水平を維持するように後輪トルクを増大させ後輪ダンパを軟状態にする。それによって、後輪速度増加に伴い後輪アームの角度 θ_r が減少する（立ち上がる）。次に記憶した前記前輪の制御パターンを利用し、後輪が登坂を開始する際には、前輪、後輪の車輪速度が目標値を維持するように路面の勾配に応じて前後トルクを増大させる。

【0071】

坂道登坂では、図10の④に示すように、車体を水平に維持すべくかつ目標車速にて登坂のために、上記②、③の動作を繰り返し実施する（図10④の図は、アーム角度に限界がある状態）。

【0072】

図10の⑤に示すように、前輪が平坦路面に掛かると今までの前輪モータトルクと同じ状態で前輪モータ回転数が増大するので、そのモータトルクとモータ回転数の関係から登坂終了が認識される。この場合には、前輪トルクを低減し、ダンパ及びばねをノーマルから軟状態にすることで、前輪速度低下により前輪アーム角度 θ_f を減少させる。また、前輪のトレースパターンにより登坂終了点を予測し、後輪が登坂終了点に達したら不要な加速を防止するために平坦路トルクまで後輪トルクを低減させる（ただし、ダンパおよびばねをノーマルよりも硬くすることで、車両後方車高は維持する）。これにより、車高は高くなるので、車体クリアランス（最低地上高さ）を確保できる。

【0073】

これにより、図10⑥に示すように、登坂終了時には、車高はノーマル状態よりも高い。

【0074】

その後、図10の⑦に示すように、前輪トルク増大→前輪速度増加→前輪アーム角度増大→前方車体高さ回復（車高低減）→定常走行状態と合わせて、後輪トルク低減→後輪速度低減→後輪アーム角度増加→後方車体高さ回復（車高低減）→定常走行状態が実行される。

【0075】

なお、以上の車体姿勢制御では、走行中の車体の前後方向の姿勢制御について例示したが、走行中の車体の左右方向の姿勢制御についても、次のようにすることで可能である。

【0076】

例えば、①車体の左右方向に傾斜をつける場合であって、左右の一方の車高を低くする場合には、車高を低くする側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を低くしない側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクよりも大きくし、且つ車高を低くする側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を低くしない側の後輪のホイールインモータの回転速度よ及びトルクよりも小さくし、

②車体の左右のいずれか一方の車高を高くする場合には、車高を高くする側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を高くしない側の前輪のホイールインモータの回転速度及びトルクよりも小さくし、且つ車高を高くする側の後輪のホイールインモータの回転速度及びトルクを、車高を高くしない側の後輪のホイールインモータの回転速度よ及びトルクよりも大きくする。

【0077】

図11～図14は、本実施例を用いたその他の車体姿勢制御方法を示す。

【0078】

図11（a）は、停止中の側方（車体左右方向）スラント制御の例である。

【0079】

図11（a）では、左右車輪のうち、一方（車体を低くする側）の前輪、後輪のスイングアーム20のアーム角 θ_f 、 θ_r を、車軸の垂直線を基準に90度（すなわち、 $\theta_f + \theta_r = 180$ 度となるアーム開脚動作）になるように制御し、

他方（車体を高くする側）のスイングアーム 20 は、 $\theta f + \theta r$ が 180 度より小さくなるアーム角度を維持したものである。このような制御は、例えば、車体を低くする側のスイングアーム 20 のダンパ 42 のオリフィス 46 を停止中に開放させ（ダンパ開放）、車体を高くする側のスイングアーム 20 のダンパ 42 については、オリフィス 46 を閉めて剛体の状態にすれば、実現できる。すなわち、ダンパ開放にすることにより、ダンパ開放側の前輪、後輪のスイングアーム 20 は、車体 30 の重量を支えられず前後方向に開脚することで、車体 30 が左右方向に傾斜する。なお、通常的車高を保った状態で車体が停止している場合は、いずれのダンパもオリフィス 46 を閉めて剛体の状態にしてある。

【0080】

また、側方スラントは、左右車輪のうち、一方（車体を低くする側）の前輪、後輪のスイングアーム 20 のダンパ開放に加えて、前輪、後輪を互いに反転（前輪については前進方向回転、後輪については後進方向回転）させれば、急速傾斜制御が可能になる。

【0081】

このような側方スラントは、例えば、バスの乗降部をノンステップにすることができる。

【0082】

図 11 (b) は後方スラントの例である。この場合には、後輪だけをダンパ開放しかつ後進方向に後輪を回転させることで実現できる。後方スラントは、例えば、トラックの積荷の上げ下ろし等に応用可能である。

【0083】

さらに、図 12 に示すような種々の駐車、収納姿勢をとることも可能になる。例えば、図 12 の (a) のように前輪、後輪の全てのスイングアーム 20 のダンパを開放してスイングアーム 20 をフルに開脚動作させていくと、最後には車体 30 が自重により路面に伏せた状態になる。さらに、スイングアーム 20 をばね力に抗して車体 30 方向に折りたたむことで折りたたみが可能になる。

【0084】

図 15 に図 12 (a) の動作を可能にしたときのばね 32 の挙動を示す。この

ばね 32 の基本構成は図 3 のスプリングユニット 31 と同様である。ここでは、図 3 の構成に加えて、さらに、巻きばね 32 の周囲にスリーブ 37 を配置した。このスリーブ 37 の内側は、図 15 のイ～ハに示すように、ばね 32 をイの中立状態から逆位相（ロ、ハ）にひねったときに、ばね 32 が滑動できるようにしたものである。図 12 の（a）の動作は、このばね 32 の逆位相のひねりが伴うものであり、ロ～ハのようにばね 32 が逆位相となるように支軸 3 が回転すると、ばね 32 はスリーブ 37 の内側に拘束され、アーム 20 側支点 32 A がひねられてアーム 20 を振り上げようとする力（ワインドアップ）が発生する。

【0085】

また、上記（a）の応用として、図 12（b）のように、スイングアーム 20 を開脚状態にして車体を倒立にしたり、図 12（c）（d）のようにすることも可能である。さらに、図 13 のようなクローラを装着したものにも本発明は適用可能である。

【0086】

図 14 は、上記実施例の車体姿勢制御を行う場合の制御装置の構成図である。

【0087】

制御装置の演算部 101 は、車輪回転数センサ（車輪速度センサ）、駆動トルクセンサ（モータ電流センサ）、ブレーキセンサ、アーム角度センサ、車体傾斜角センサからの信号を入力する。演算部 101 は、少なくとも車輪回転数センサ、駆動トルクセンサから路面の走行状況を判断し、それに応じて前輪、後輪の各ホイールインモータのモータドライバに速度指令を出し、さらに、ダンパドライバ 104、ばねのプリロード可変ドライバ 104 に制御指令を出して、既述した車体姿勢制御を行う。103 はブレーキドライバである。

【0088】

本実施例によれば、路面の状況に応じた種々の車体姿勢制御を可能にするほかに、路面状況、ホイールインモータのばね下荷重に応じてサスペンションのダンパ及びばねを調整することで、ホイールインモータ方式自動車の走行性、乗り心地を向上させることができる。

【0089】

【発明の効果】

ホイールインモータ方式の車両において、道路状況などに応じてばね、ダンパを可変制御したり車体姿勢制御を可能にすることができる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の一実施例に係る車両用独立懸架装置のうちの一ホイールにおける懸架装置だけを取り出して、その内部構造を示す縦断面図。

【図 2】

(a) (b) は、本発明の基本構成と動作原理を示す図。

【図 3】

上記実施例に適用される懸架装置の振動吸収機構を示す図。

【図 4】

上記振動吸収機構に用いられる可変ダンパの一例を示す内部構造図。

【図 5】

上記実施例に係る懸架装置を備えた四輪の車両モデルを示す図で、(a) は車両の真横から見た図、(b) は、前後方向から見た図。

【図 6】

本発明の動作状態を示す説明図。

【図 7】

本発明の他の実施例に係わる懸架装置の一つを取り出した状態を示す図。

【図 8】

本発明の車体姿勢制御の動作説明図。

【図 9】

本発明の車体姿勢制御の動作説明図。

【図 10】

本発明の車体姿勢制御の動作説明図。

【図 11】

本発明の車体姿勢制御の動作説明図。

【図 12】

本発明の車体姿勢制御の動作説明図。

【図 1 3】

本発明の他の実施例を示す図。

【図 1 4】

上記実施例に用いる制御装置の概要図。

【図 1 5】

図 1 2 に示す車体姿勢制御時における懸架装置のばねの挙動を示す図。

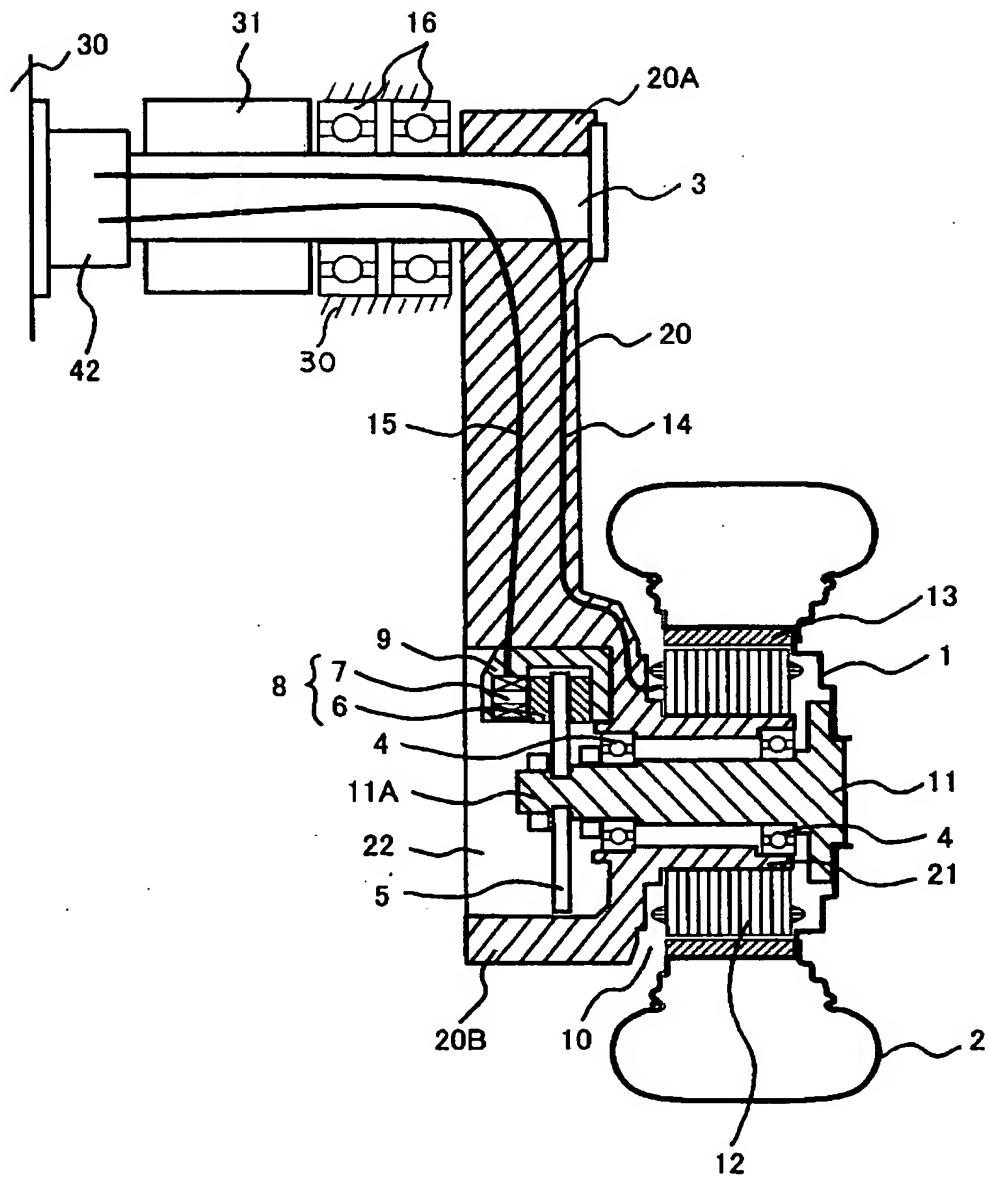
【符号の説明】

1…ホイール、2…車輪、3…支軸、10…ホイールインモータ、11…モータ出力軸、20…スイングアーム、30…車体、31…スプリングユニット、42…ダンパ。

【書類名】 図面

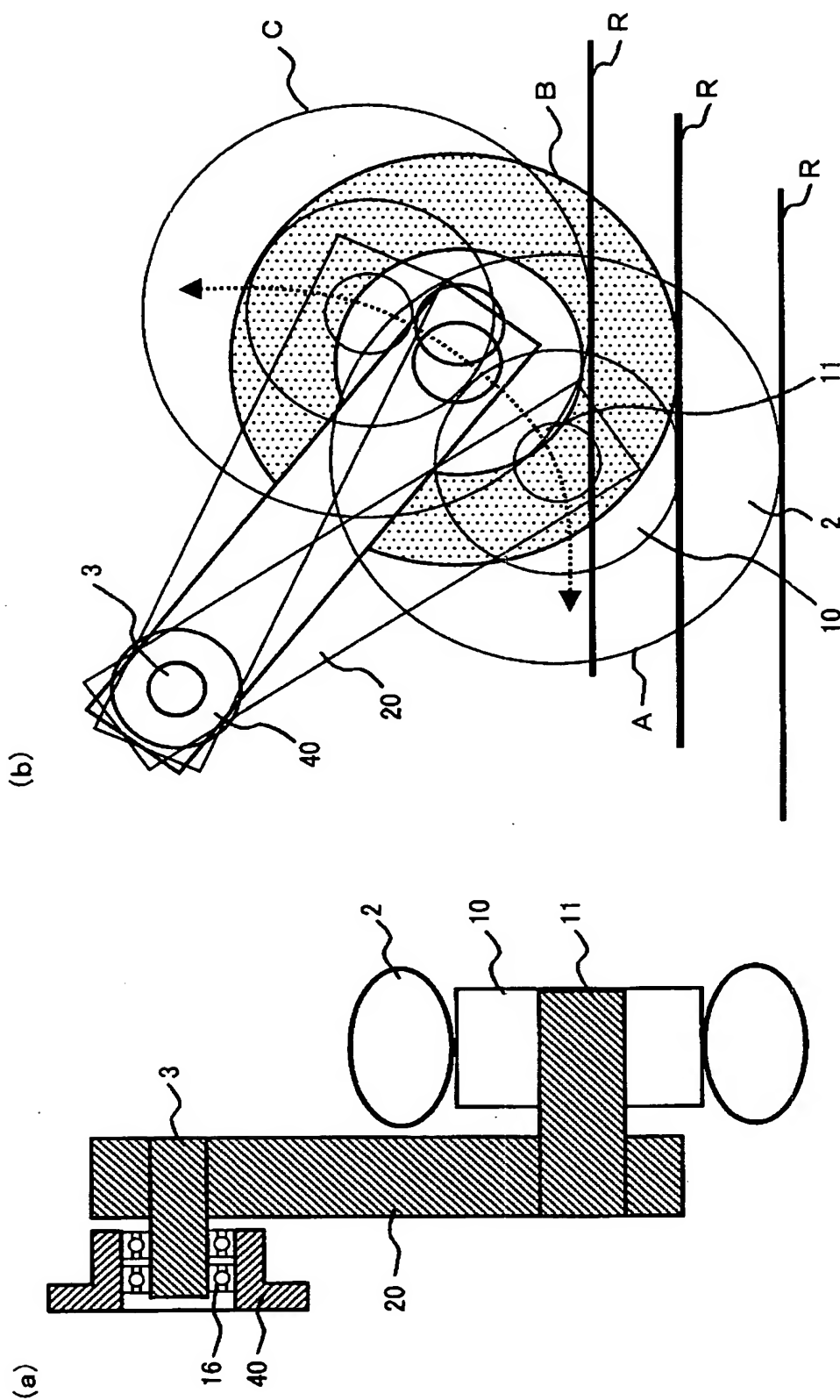
【図 1】

図 1



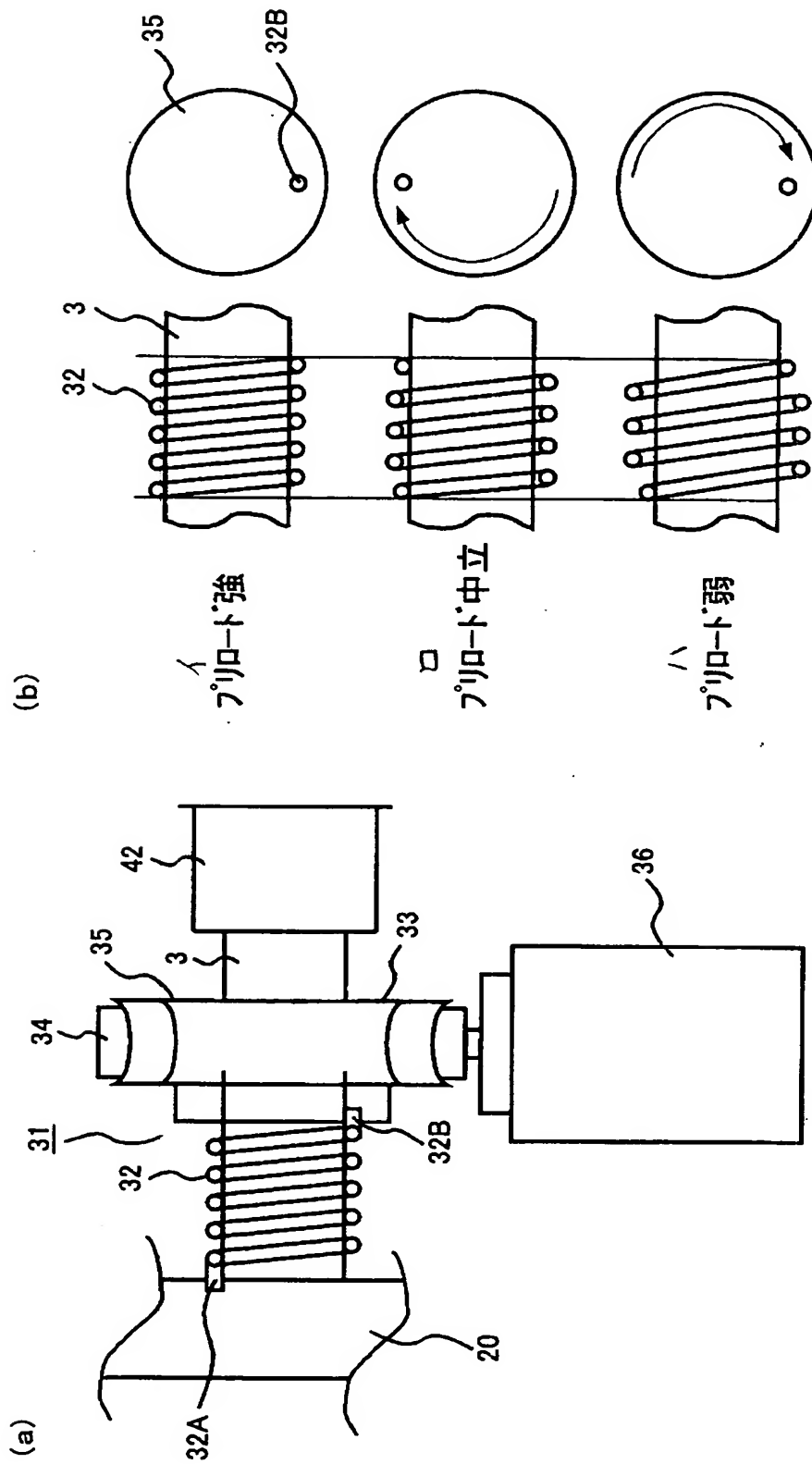
【図 2】

図 2



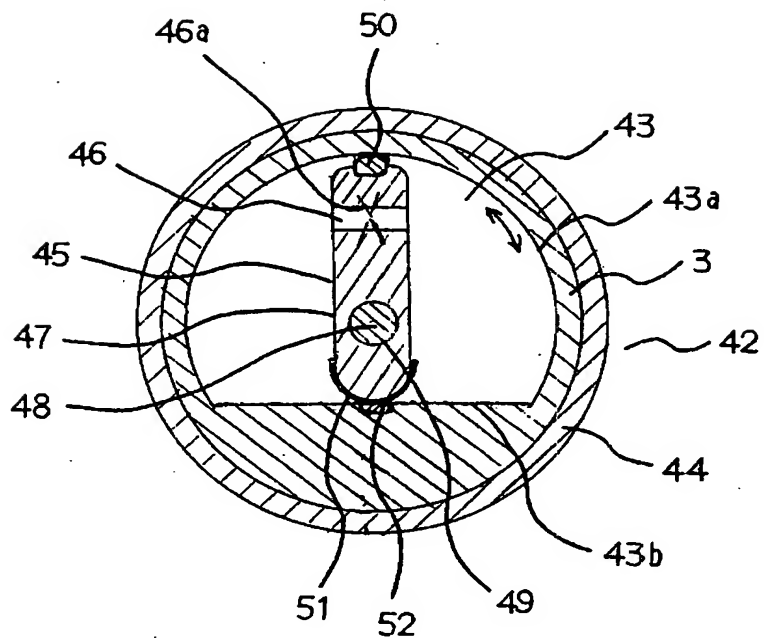
【図 3】

図 3



【図 4】

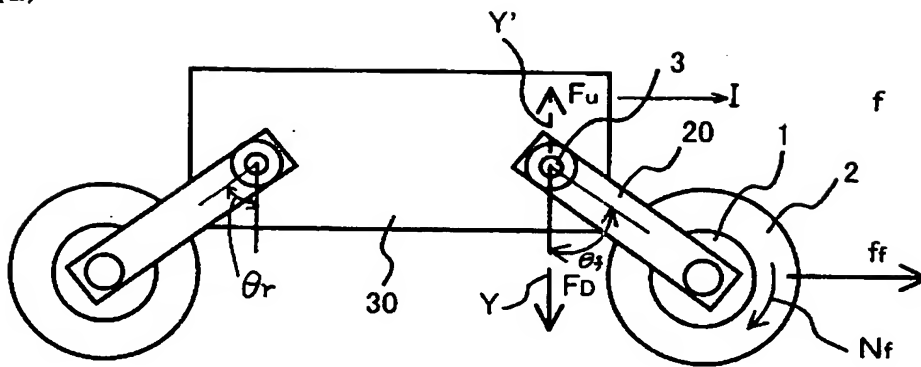
図 4



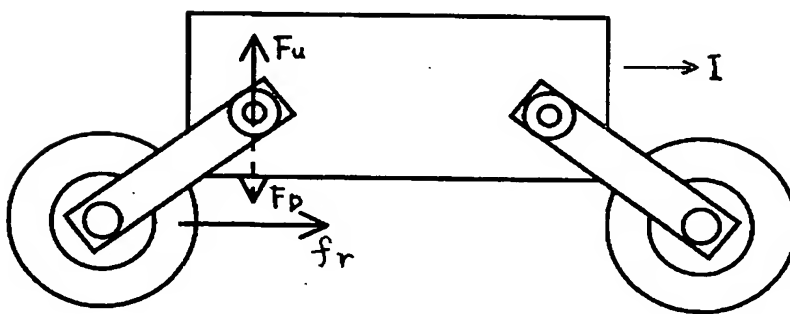
【図 6】

図 6

(a)

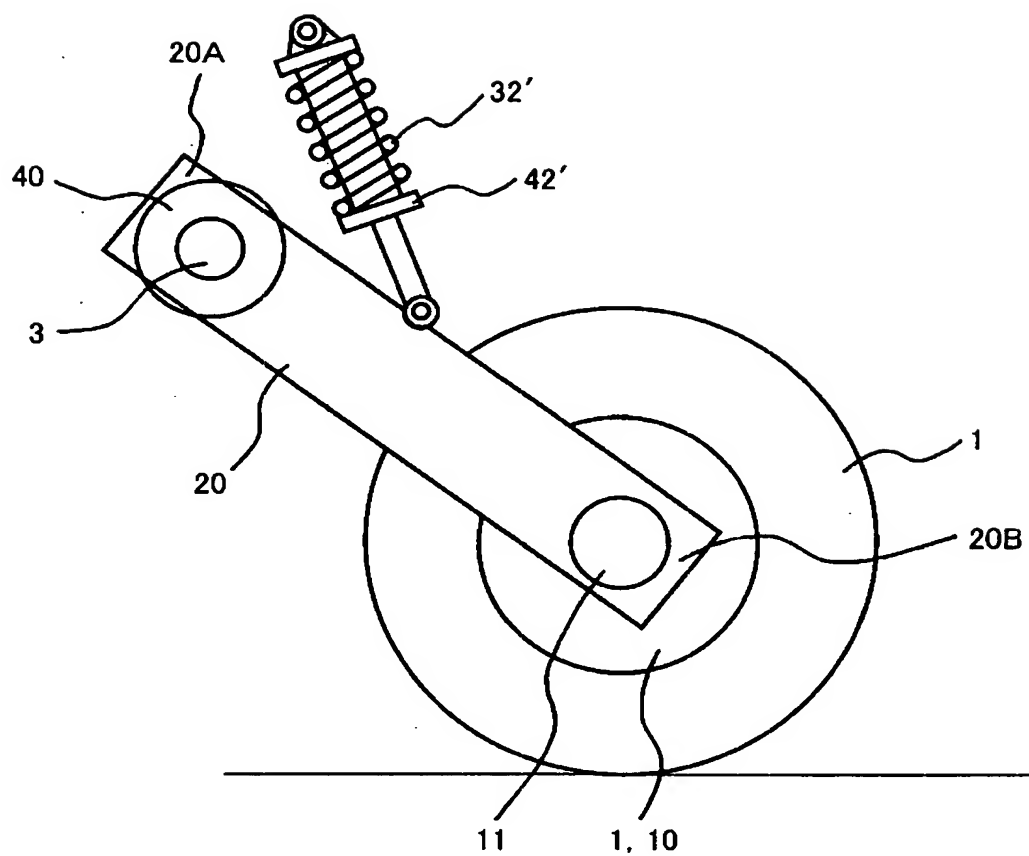


(b)



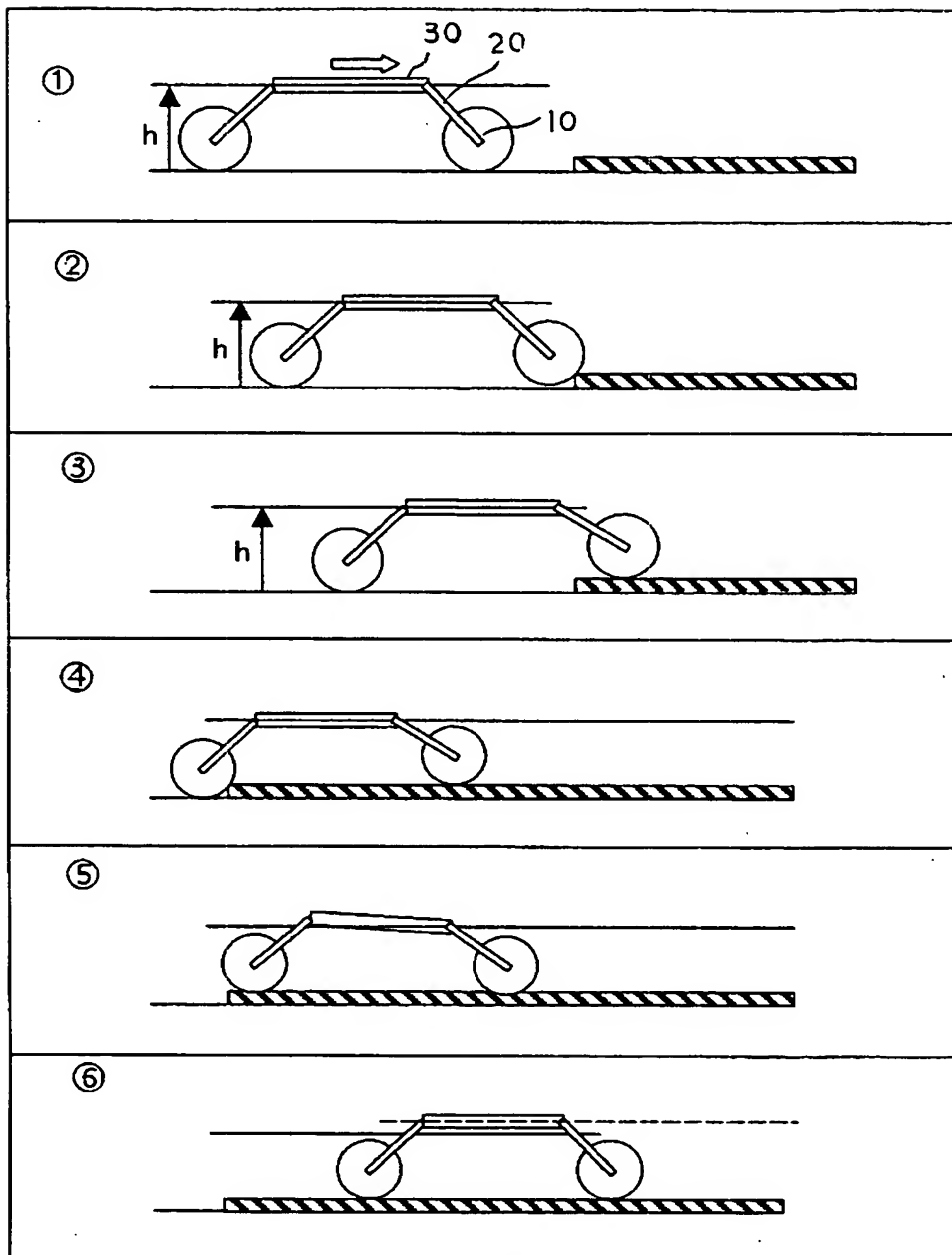
【図 7】

図 7



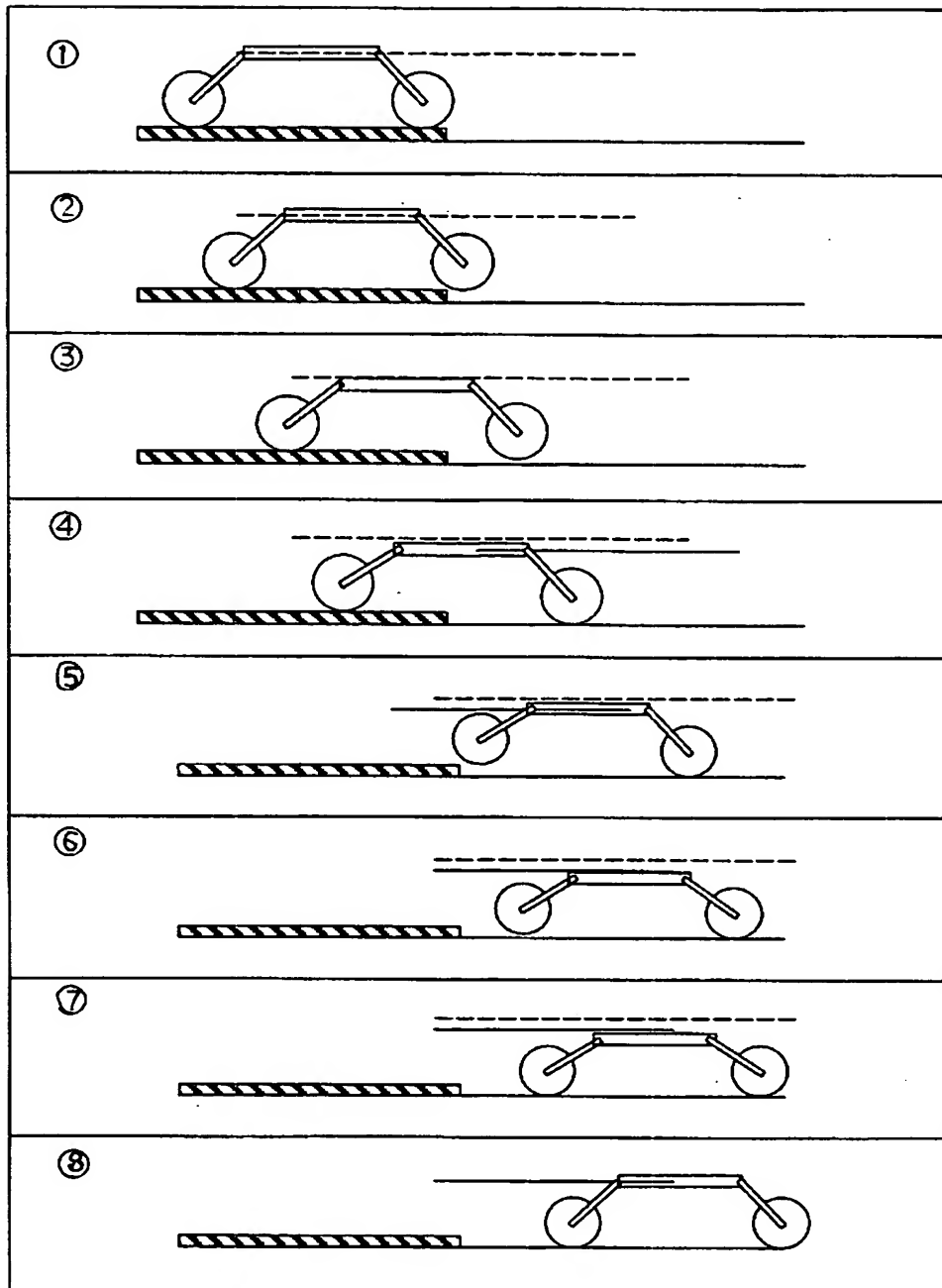
【図 8】

図 8



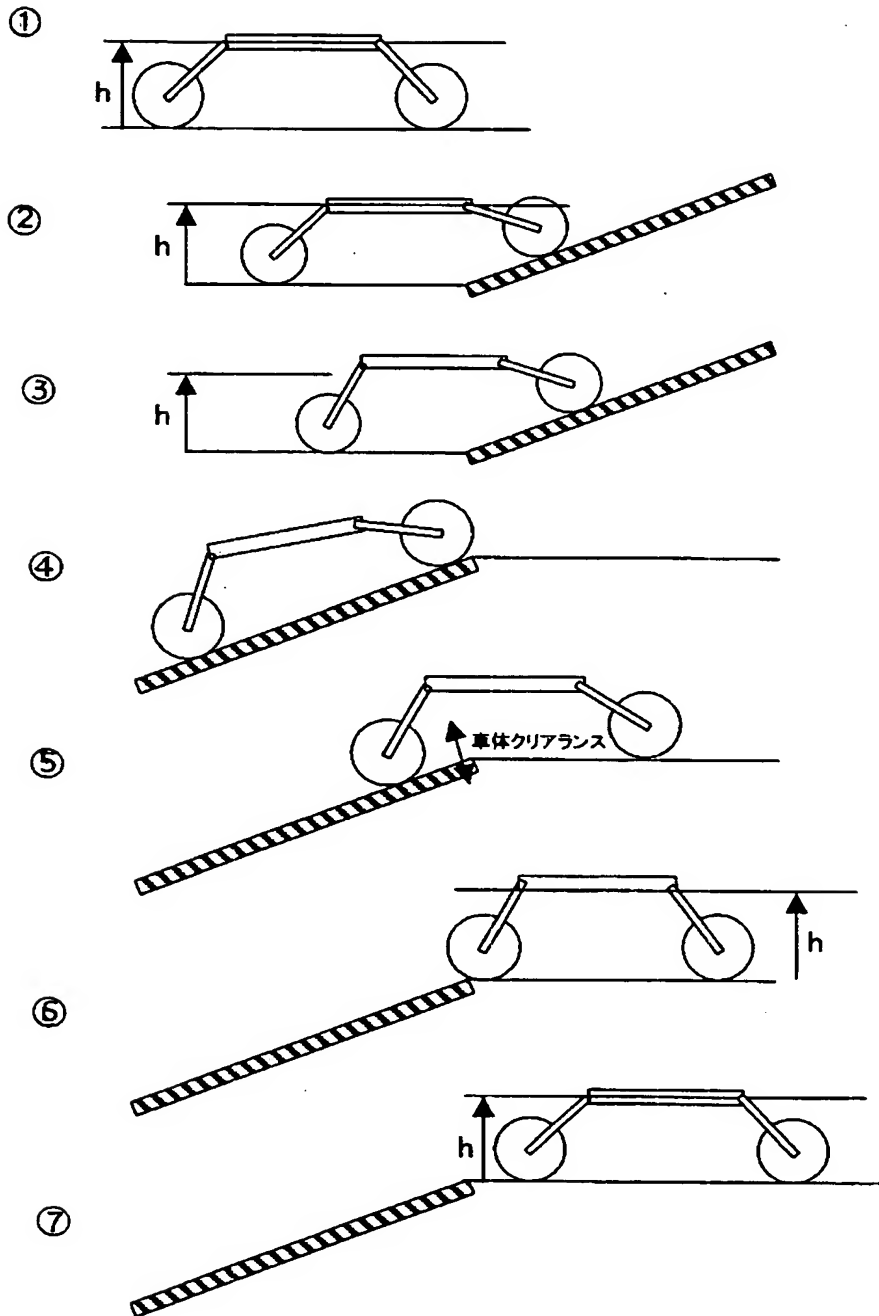
【図 9】

図 9



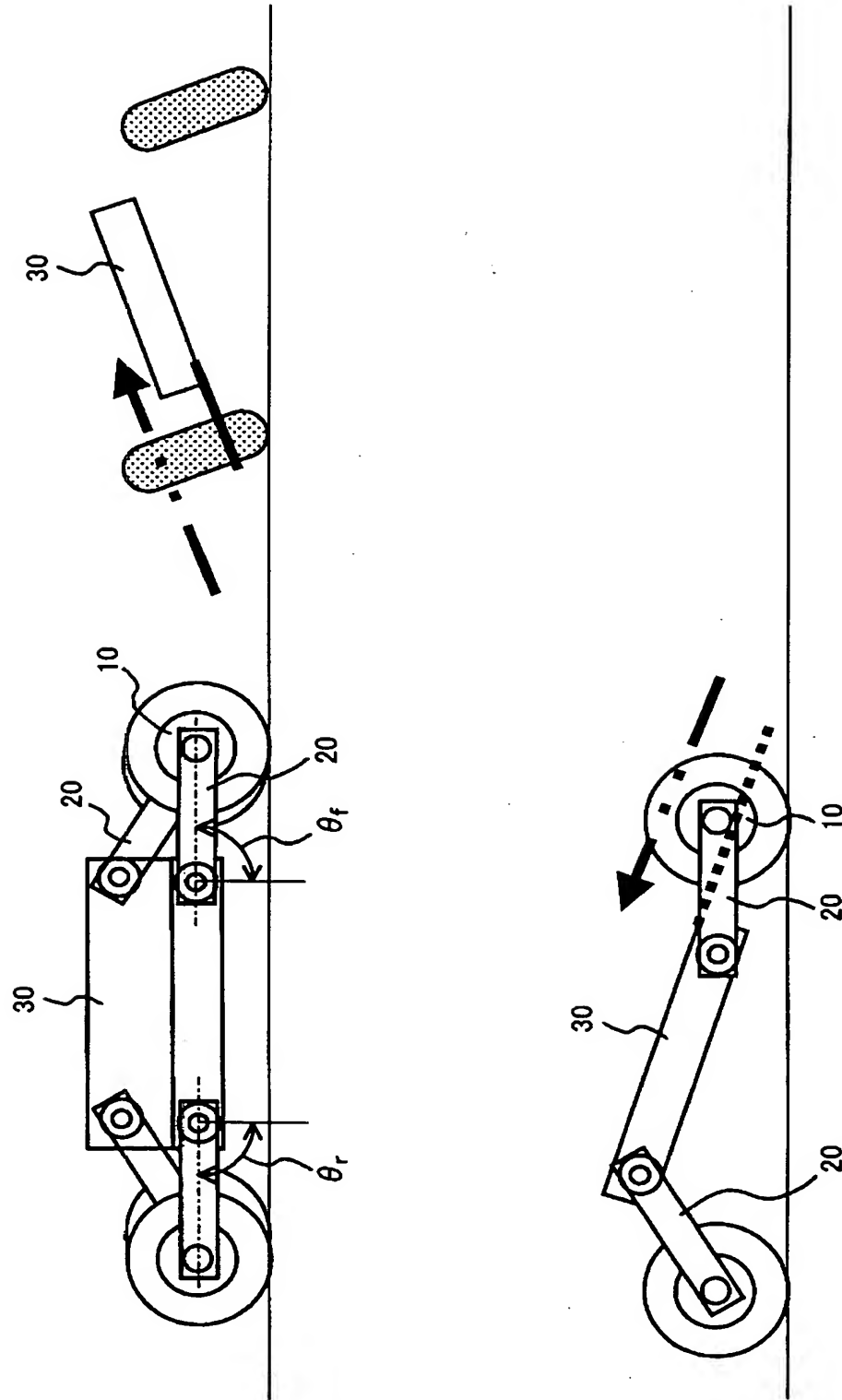
【図 10】

図 10



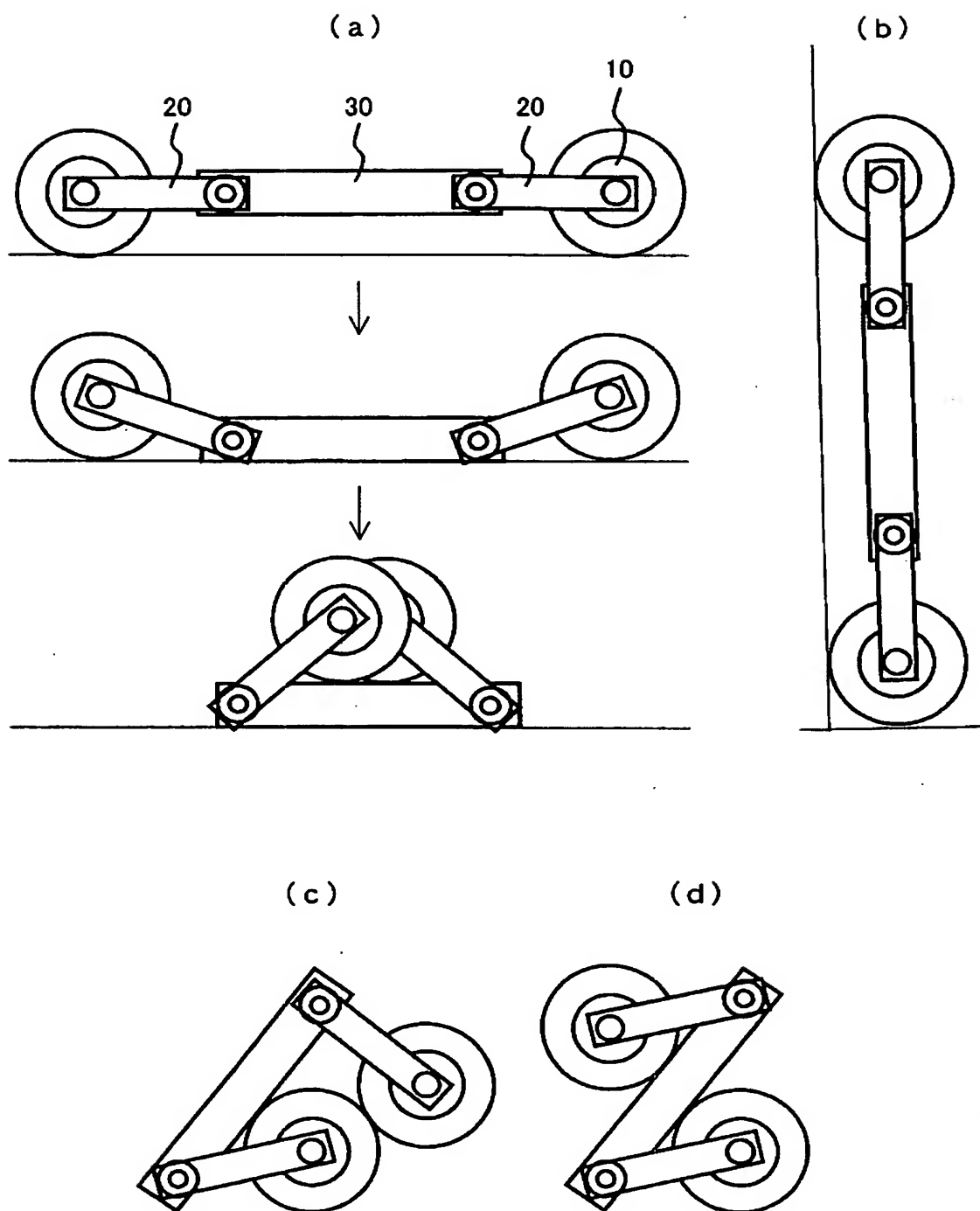
【図 11】

図 11



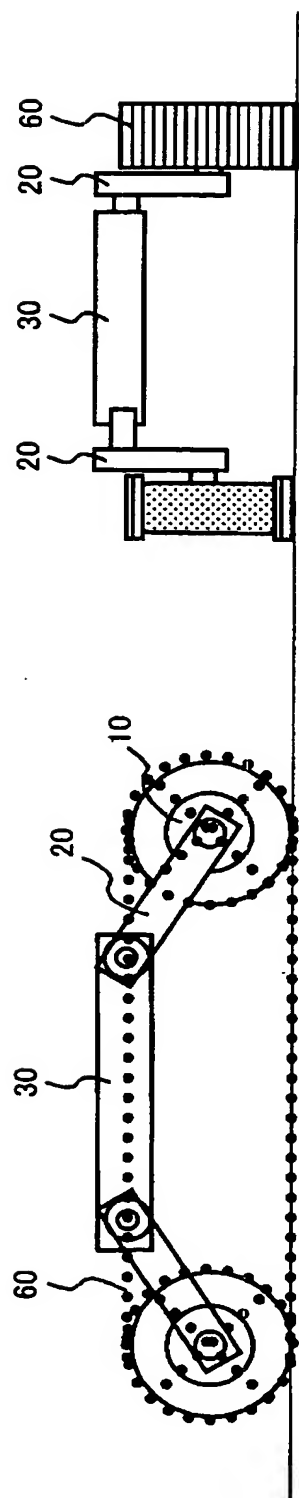
【図 12】

図 12



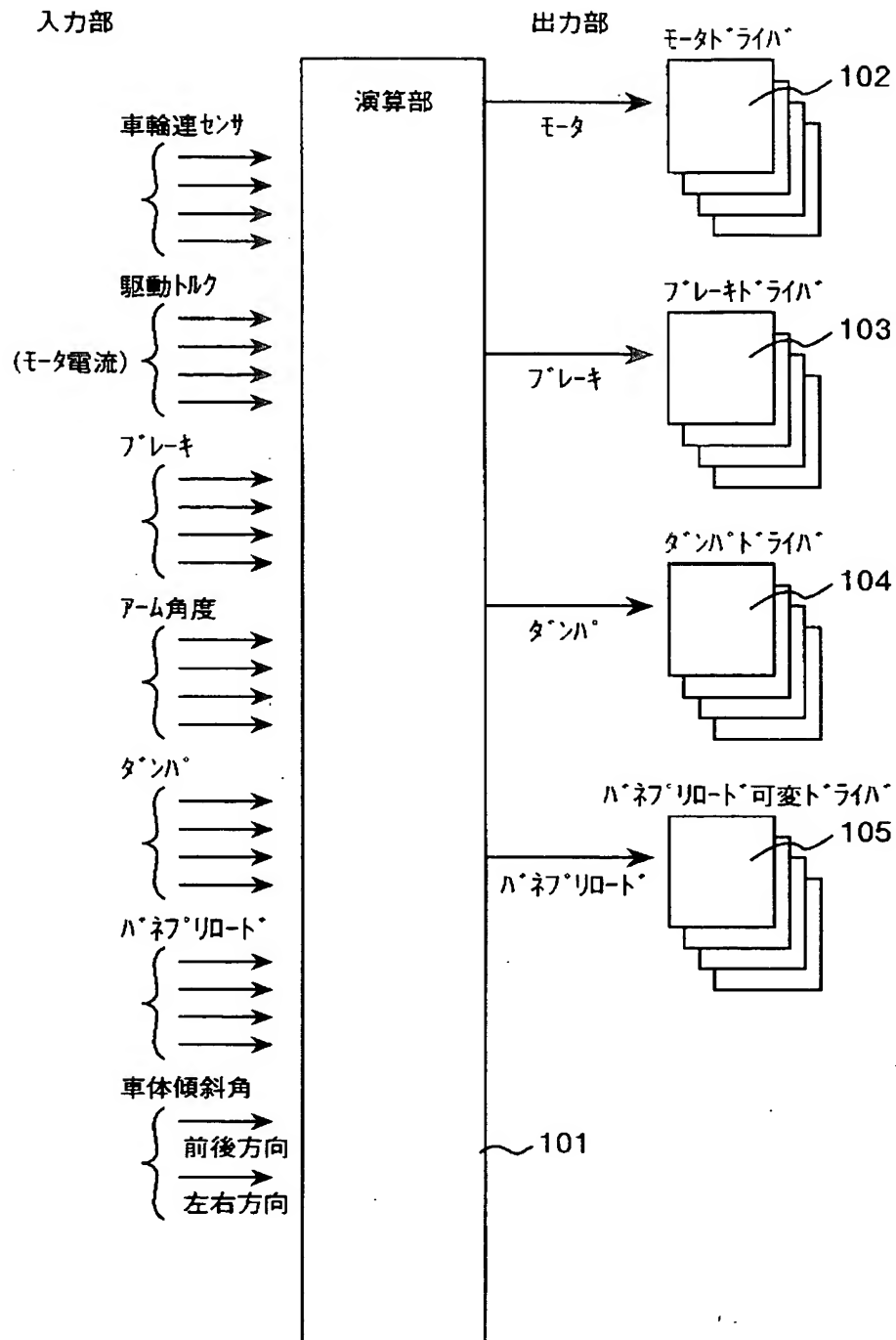
【図 13】

図 13



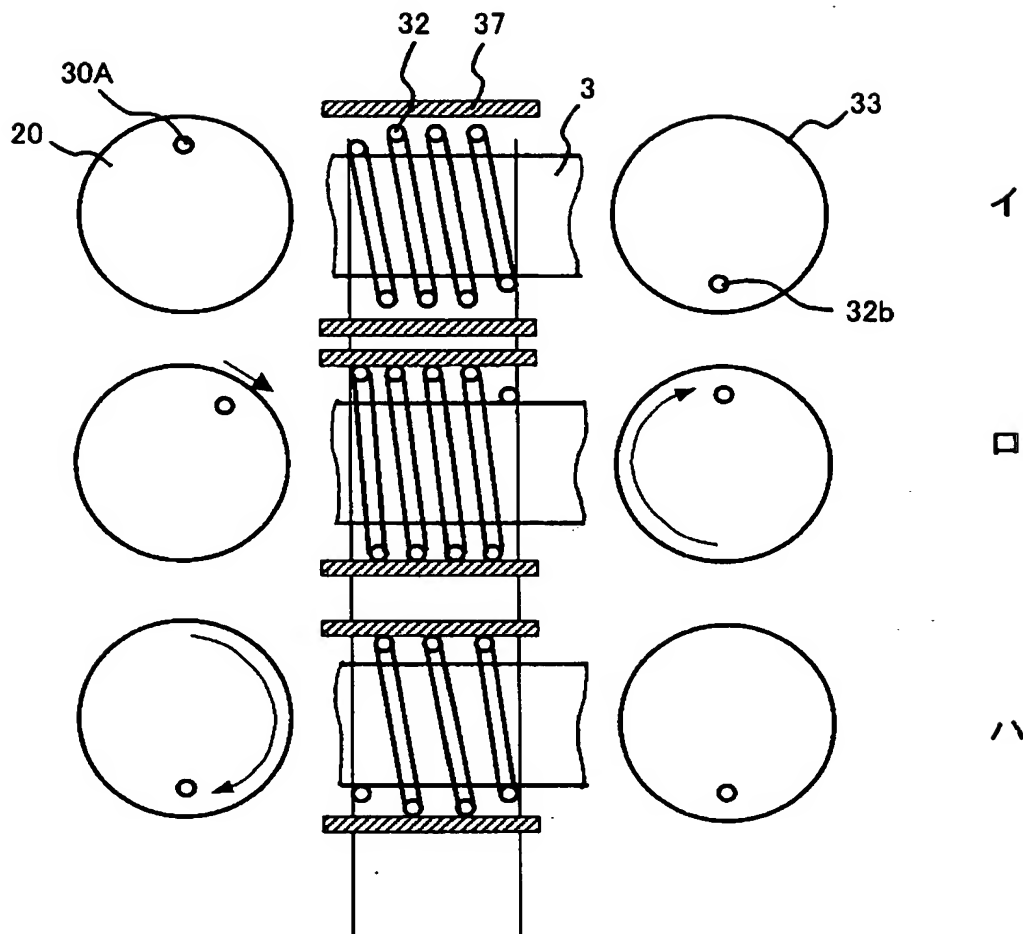
【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホイールインモータ方式の車両において、道路状況などに応じてばね、ダンパを可変制御したり車体姿勢制御を可能にすることにより乗り心地を改善できる新方式の懸架及び車体制御技術を提供する。

【解決手段】 ホイール 1 の内に入れられ、ホイールと一体に出力軸 11 が回転するホイールインモータ 10 を備える。車両の前後方向にスイングし得るスイングアーム 20 は、一端が支軸 3 を介して車体 30 に取付けられ、他端が出力軸 11 に対して相対的に回転自在になるようホイールインモータ 10 に結合される。

スイングアーム 20 を介して車体 30 を支持する。車両走行中に、前輪、後輪の各ホイールインモータの回転速度、トルクを制御し、かつスイングアームの車体の前後方向におけるスイング動作とを利用して車体の姿勢を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 0 1 7 4 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所